第 11 卷 第 3 期 昆 虫 学 报 Vol. 11, No. 3
1962 年 9 月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Sept., 1962

家蝇抗药性的研究

I. 家蝇抗药性的羣体分析

龔坤元 楊儉美 翟桂荣
(中国科学院动物研究所)

摘要 野外抗性家蝇的测定与調查,目前还存在着不少問題:(1)在重点防治区的家蝇羣体,由于受連續不断的化学防治与机械防治及非防治区迁飞的影响,該区家蝇羣体抗性的分布不一定是常态分布;(2)用点滴法来测定抗性較高的家蝇,尙有一定的困难。这样必須发展一些新的方法,来适合当前的需要。作者提出用大样本-低浓度連續噴射法作为测定野外家蝇羣体抗性的依据,并且提出以变异系数来比較不同地区家蝇羣体抗性分布的变异情况;用抗性系数及抗性相对倍数来比較它們的抗性強度。

根据室內培育的抗性家蝇品系与野外典型地区的家蝇羣体抗性分析的結果,証明所采用的大样本-低浓度連續噴射法,合乎客观情况,可作为野外調查家蝇抗性的有效方法。从实践証明,重点防治区域的家蝇羣体抗性,根据抗性曲綫的分布,可分为三个类型:(1)防治中心区,(2)防治中間区,(3)防治边緣区。防治中心区与防治中間区的家蝇羣体抗性的分布很不規則,离常态分布較远。

一、引　　言

目前测定家蝇的抗药性(簡称抗性),特别是野外家蝇抗性的調查与测定,还存在着不少問題,必須根据不同情况,深入研究,加以具体分析,分别对待。

一般所謂家蝇的抗性,是指一个特定地区的家蝇羣体或实驗室培养的家蝇品系的抗性而言的,它代表整个羣体的抗性。但一般测定抗性的方法,总是通过有限的个体数目,或較多的个体数目,来估計整个羣体的抗性。国际上常用的测定家蝇抗性方法有二种:(1)用殘膜法求得抗性家蝇的击倒中时 (KD_{50});或 (2) 用点滴法求得抗性家蝇的致死中量 (LD_{50})。这两种方法,由于所采用的标准不同(前者以击倒速度作标准,后者以在二十四小时內死亡数作标准)及采用的方法不同,所得的相对結果不可能一致,但一般抗性倍数的决定,多数根据点滴法的结果。

这两种方法取样都比較小,方法亦比較簡便,是一般毒理工作者所喜欢常用的方法。但通过这些少量个体抗性的测定来代表一个品系或一个羣体的抗性,其主要依据,是假定这个羣体的抗性分布比較規則,是近乎常态曲綫 (Normal curve),这样才有可能,用少量的样品,通过不同浓度的毒效試驗,用机值及对数作单位,来求 LD_{50};或用一定量的药剂殘膜;观察家蝇的击倒速度,来求 KD_{50}。毫无疑問,在实驗室培养的抗性品系或正常品系,以及野外未經防治的家蝇羣体,这些羣体的抗性分布应該近乎常态曲綫,可以采用上述两种方法来测定。但重点防治区域,尤其是綜合防治区域的家蝇羣体的抗性,是否近乎常态分布是值得研究的,如果分布不規則,用上述方法求 LD_{50} 或 KD_{50} 就失去了依据。

一般防治家蝇的重点区域,采用的防治方法是化学防治与机械防治相結合的方法,这

本文于 1962 年 3 月 21 日收到。

两种方法对家蝇羣体的作用是不一致的,前者是选择性的杀灭作用,是根据抗性強弱的不同,強者存弱者淘汰的作用;后者与抗性強弱无关,是随机性的杀灭作用。加之非重点防治区,抗性弱的家蝇的不断的飞迁侵入,使該区家蝇羣体抗性的分布变得十分复杂,不一定是常态曲綫分布。如果与常态曲綫分布相距很远,而仍采用老的一套测定方法来测定,这就缺乏了依据,因此必須发展一套新的方法,分析家蝇羣体的抗性。

再就测定家蝇抗性倍数的点滴法本身来講,随着微量技术的提高,点滴的誤差愈来愈小,是目前测定毒性比較精确的方法。但对 DDT 抗性家蝇的测定,尙存在着一些問題。原因有二:(1)一般 DDT 抗性家蝇的抗性倍数較高,需要高浓度来测定抗性;(2)点滴一定药量在家蝇的背部,需要凭借溶剂渗入体內,到达致死中心,但药剂渗透力随浓度而改变。据 Winteringham (1952) 試驗,如把 0.2 微克的 DDT 丙酮溶液滴在家蝇的中胸背上,24 小时后的渗透率为 45%;但如滴 50 微克,其渗透率仅 7.5%;根据作者經驗,如在抗性家蝇背上滴 60 微克,二三天后背上仍是一片白色,并不消除。因此,如用丙酮溶液作为溶媒测定家蝇对 DDT 的抗性,所估計的倍数,往往高的偏高,低的偏低。如用石油作溶媒测定家蝇抗性,当然誤差少些,但石油对 DDT 的溶解度較小(4%左右),而且滴在背上不易干燥以致影响效果;同时石油本身对家蝇具有一定的毒性,也不是很理想的溶媒。因此,不但野外家蝇的抗性的测定存在着一些問題,就是室內 DDT 抗性家蝇的测定,亦須研究。当然使用有机磷杀虫剂对家蝇抗性的滴定,由于所用的浓度較低,还沒有发生同样的困难。

本文主要針对上述存在的問題,进行了一些試驗,摸索了一些方法。首先选择了一些典型地区,进行了采集与测定,同时結合室內培育品系测定的結果,合并进行了分析。根据所得結果,認为尙符合客观情况。显然,这个方法并不是一切田間害虫都能应用的普遍方法,其他害虫的羣体抗性的分析,尙待研究。作者这样做,只是以家蝇作为尝試的开端。

二、試驗方法

根据作者实驗的結果,大样本-低浓度連續噴射法,是一个很好的家蝇羣体抗性的分析方法。因为,大样本可以避免由于羣体分布不很規則而产生較大的差誤;低浓度連續噴射,可将羣体內个体抗性的差异,加以区別开来,借此可以明确抗性強弱的分布情况,也就是說这一方法可以明确整个羣体抗性分布的全貌。

大样本-低浓度連續噴射法是在自制的沉降噴塔中进行的。沉降塔高六市尺,直径一市尺,塔的頂部安置一 Potter 型的噴头,底盘上放置直径 10 公分、高 6.5 公分的鉄紗虫籠三个,每个虫籠可容家蝇 200 个,因此一次可以处理 600 头左右。由于目前灭蝇以 666 为主,所以进行的实驗除室內培养的 DDT 抗性品系外,都用低浓度的 666 来处理(0.03% γ),每次噴射量为 3 毫升,五分鈡后取出,每次計算它的击倒数字,把已击倒的取出,其余的繼續处理,每隔半小时噴射一次,直到完全击倒为止。击倒的标准是这样确定的:家蝇接触 666 药剂后,在最初十余分鈡內起落不定,但在 20 分鈡以后則趋于稳定。已經击倒不起的,六足开始拳曲,口吻外伸,两翅上竖,不再上飞。这时复活的机会很少,实質上已接近死亡。最后分別計算雌雄的死亡率,按照这些数据,画出抗性分布曲綫。

由于防治区家蝇数量很少，达不到預計需要数目，必須繁殖一代后才测定，这样做当然影响一些原来的分布情况；但另一方面，家蝇的抗药力，除本身抗性的強弱外，与营养条件、雌雄比例、成虫年龄等因子都有很密切的关系。因此，在室內飼养一代，尽可能使环境条件一致起来（如控制飼养室与恢复室的温度在 27℃左右，湿度在 50％以上，同一营养条件，同在羽化后四天测定），这样也有一定的好处。

数据分析的方法：（1）从每一抗性分布曲綫，計算它的分布范围、标准差及变异系数，以便相互比較分布情况。（2）計算每一羣体的抗性系数及相对抗性倍数，作为比較抗性情况。前者是用一般方法来計算，后者以死亡速度及浓度来推算，是新的創議，方法与理由在第四节內詳細說明。

三、試驗結果

为了驗証这个方法起見，我們在調查家蝇抗性过程中，选择了典型地区进行采集与测定，并与室內培养的抗性品系加以比較。

（一）重点防治区域家蝇的羣体抗性

在家蝇抗性調查过程中，选择了下列三个典型地区，进行采集与测定。

1. 防治中心区　在重点防治城区的中心，由于防治得很彻底，很难找到成虫。經过很大努力，采集了很少数家蝇，繁殖一代后，进行低浓度連續噴射处理，結果如图 1。从图中看出，雌、雄的抗性分布都不很規則，看不出显著的高峯，分布范围广而平坦，抗性較強。

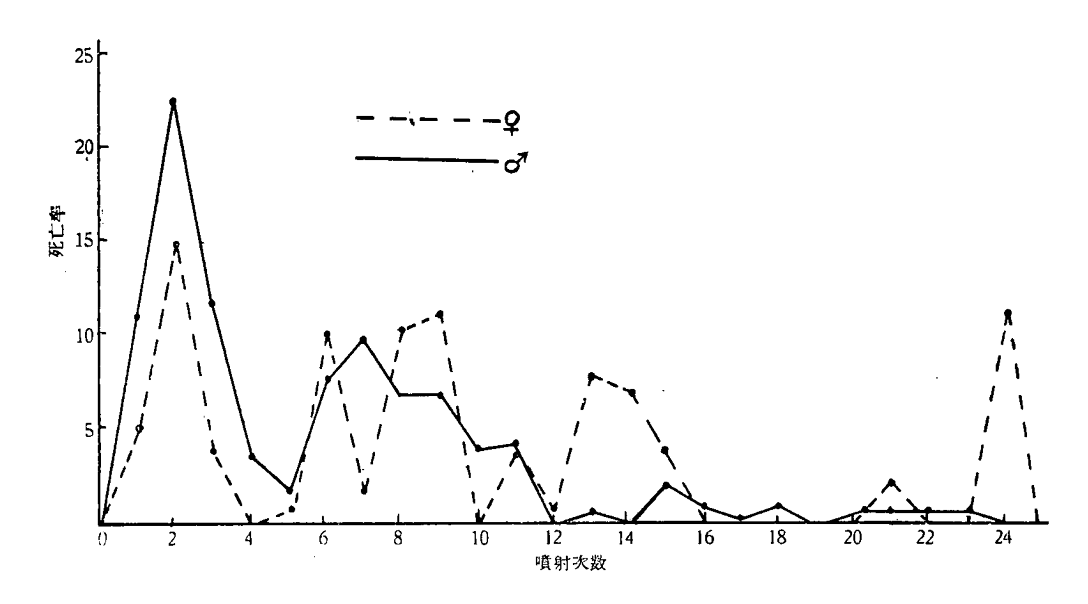


图 1　防治中心区的家蝇抗性分布曲綫

2. 防治中間区　在重点防治城区的郊外（离城区約三公里），进行家蝇采集，同样經过繁殖一代后，进行测定，結果如图 2。从图中看出，抗性的分布比較規則，共有四个高峯，其中前后两个高峯比較显著，这表明抗性弱的与抗性強的有較明显的区分，好象有两个抗性不同的抗性羣体混合在一起。

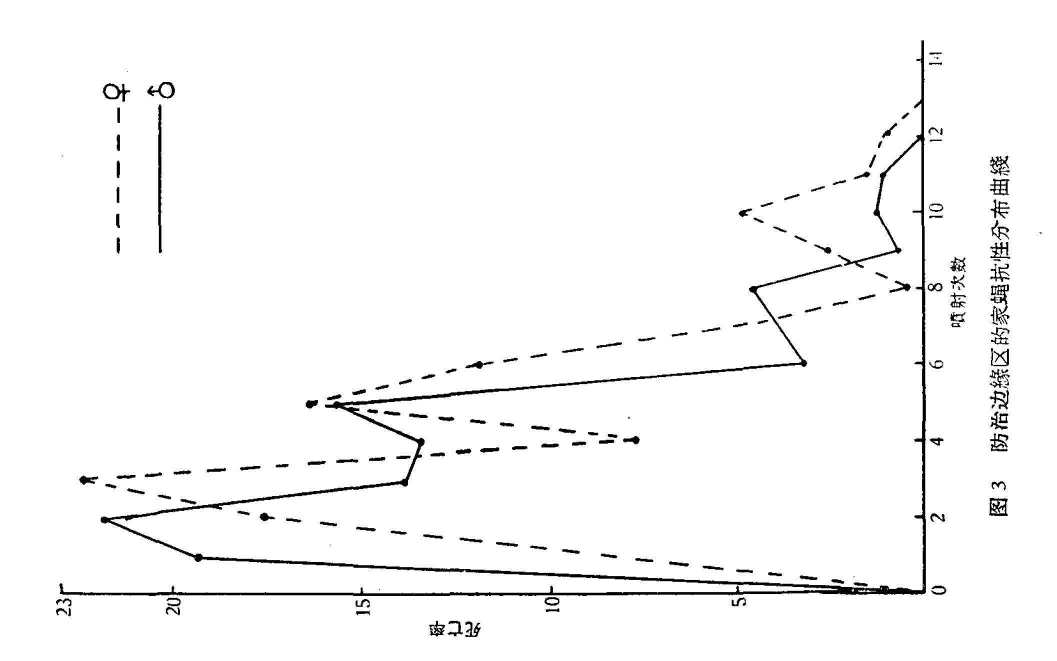


图 3 防治边緣区的家蝇抗性分布曲綫

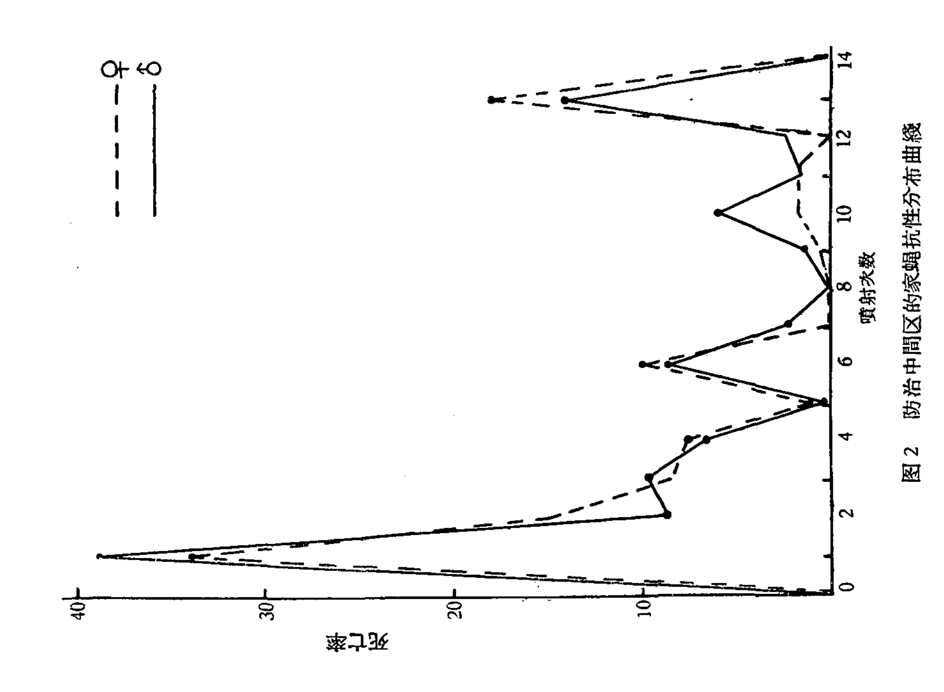


图 2 防治中間区的家蝇抗性分布曲綫

3. 防治边緣区　离防治中心区約二十公里的地区进行采集，同样繁殖一代后进行测定，結果如图 3。从图中看出，此区的家蝇抗性的羣体分布，近乎偏左的常态曲綫，大部分抗性較弱，极少数的抗性較強。

（二）室内培育的抗性品系

1. 純化的抗性品系　PD54 (S) 是一个 DDT 抗性品系，自 1954 年开始在室內培育以来已历七年余，共計 164 代比較純粹。用低浓度連續噴射，所得抗性分布曲綫如图 4。图 4 表明，雌雄抗性相差較大，分布很规則，只有一个很明显的高峯，应是明显的常态分布。

2. 长期低浓度处理后的抗性分布与短期改为高浓度处理后的抗性分布　PB54(S) 是另一自 1954 年起开始培育的 666 抗性品系，长期用低浓度处理了 160 代，进行低浓度連續噴射测定。所得結果，它的抗性倍数不高（图 5），分布比較規則，近乎常态分布。160 代以后改用高浓度处理，抗性急增（图 6）。从图 7 与图 8 的雌雄相对比較中可以看出，雄蝇增加得快，分布范围广而变得不很規則。这里値得注意的，长期用低浓度的抗性，如与上述边緣区分布曲綫比較，分布范围大致相仿，但高峯稍向右移，証明两者抗性相差不大。

四、抗 性 分 析

按照上述試驗的結果，很明显用低浓度連續噴射方法，可以把不同区域的家蝇羣体抗性的分布及室內的家蝇羣体抗性分布完全可以区分开来；同时亦很明显的看出防治中心区及防治中間区的家蝇羣体抗性分布离单一的常态分布較远，而防治边緣区及室內长期培养的抗性品系的羣体抗性分布接近常态分布。

由于防治中心区与防治中間区的家蝇羣体抗性的分布，很大程度分布得不規則或不是单一的常态分布，这样計算 LD_{50} 或 KD_{50} 就失却了依据，必須另立标准来比較不同地区的家蝇羣体或不同品系的抗性。根据作者近年来实践中經驗，認为 (1) 可用分布范围、标准差及变异系数来明确不同羣体或不同品系的抗性分布情况；(2) 用抗性系数与抗性相对倍数来明确不同羣体或不同品系的抗性強度。分布范围、标准差、变异系数是用一般方法計算的，不必贅述；抗性系数与抗性倍数的計算方法，是根据下列設想計算的。

(1) 如果野外重点防治区域的家蝇羣体抗性的分布离常态分布很远，就不必用 LD_{50} 来比較不同区域的抗性；同时由于分布得不很規則，它的抗性強度与噴射次数及每次的死亡率有密切的关系。

(2) 羣体抗性如果弱，噴射次数应該少，而且大部分死亡在第一或第二次噴射中。因此可以假定如果第一次噴射引起 100% 死亡为基础，也就是說，以第一次噴射完全死亡为 1 作基数，則某羣体的抗性系数 (F) 应为

$$F = \sum_{i=1}^{n} I_i P_i$$

n = 噴射次数
I_i = 每次噴射的相对抗性
P_i = 每次噴射的死亡率

每次噴射的相对抗性是以算术級数 $\frac{n(n+1)}{2}$ 来計算的。例如，根据防治中心区雄蝇抗性的分布情况，它的抗性系数可如表 1 方法推算为 32.1150。相对抗性倍数則以防治边緣区的相对抗性倍数为 1 来計算的。

(3) 每次噴射死亡家蝇的相对抗性是依据施药量与死亡速度来决定。从用药量而言：第二次噴射所引起击倒的个体是同时受着第一次与第二次低浓度的影响，第三次噴射

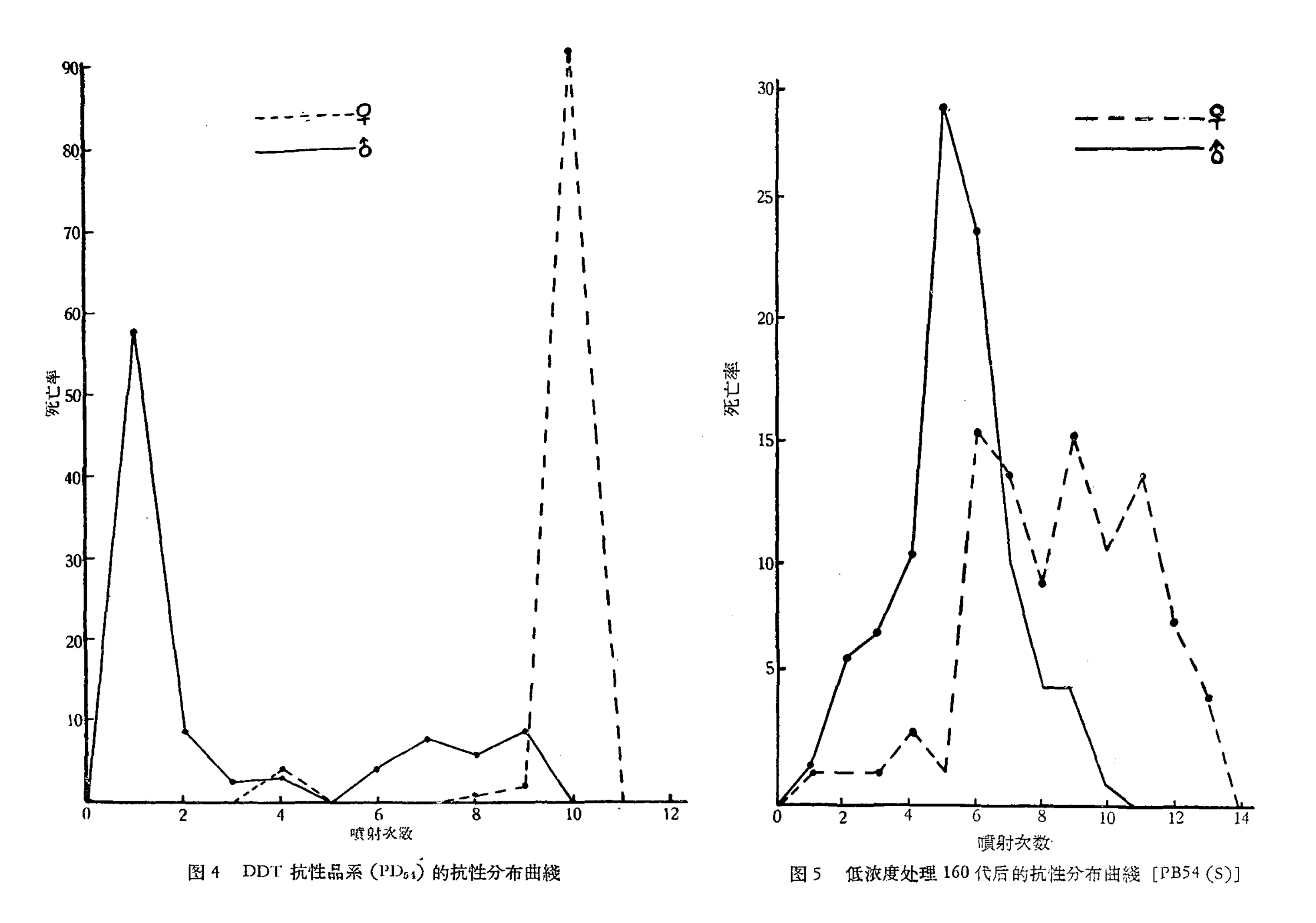


图 4 DDT 抗性品系 (PD_{54}) 的抗性分布曲綫

图 5 低浓度处理 160 代后的抗性分布曲綫 [PB54(S)]

图 6 高浓度处理 10 代后的抗性分布曲綫 [PB54 (S)]

图 7 高浓度与低浓度处理后抗性分布曲綫比較(♀)

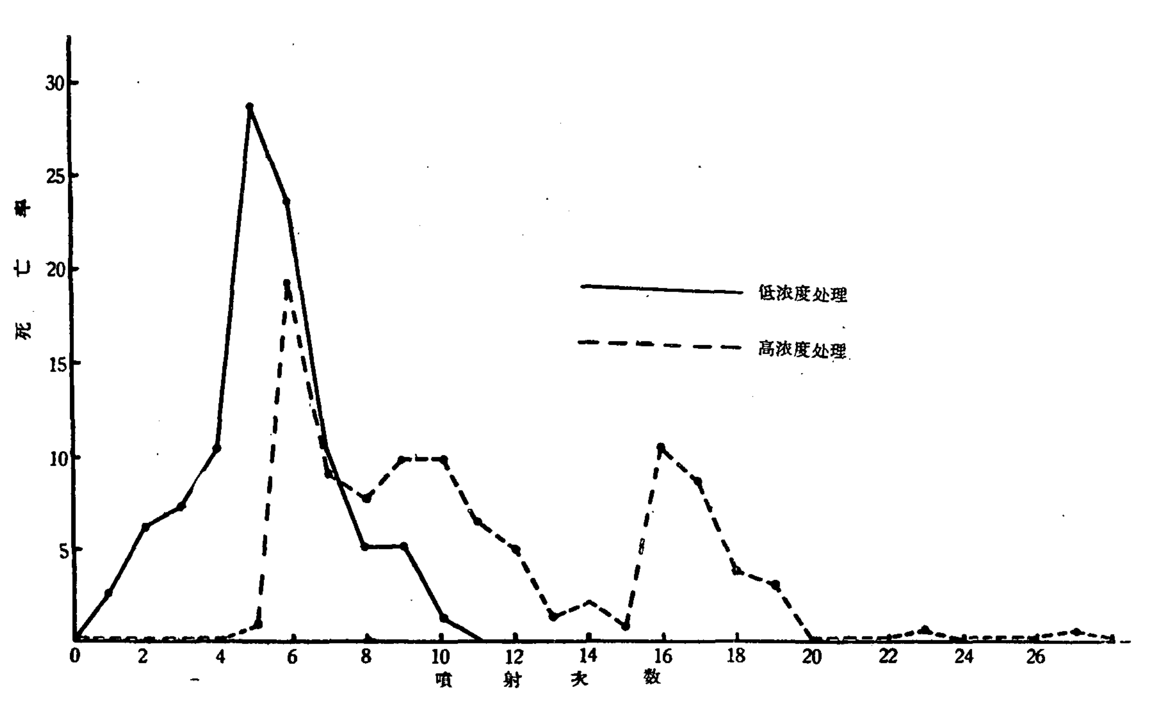


图 8 高浓度与低浓度处理后抗性分布曲綫比較(♂)

表 1 防治中心区雄蝇羣体的抗性系数

噴射次数 (n)	相对抗性 $\left(I=\frac{n(n+1)}{2}\right)$	死亡率(P) $(100\%=1)$	抗性系数 $(F=\Sigma IP)$	噴射次数 (n)	相对抗性 $\left(I=\frac{n(n+1)}{2}\right)$	死亡率(P) $(100\%=1)$	抗性系数 $(F=\Sigma IP)$
1	1	0.1040	0.1040	13	91	0.0074	0.6734
2	3	0.2300	0.6900	14	105	0.0000	0.0000
3	6	0.1190	0.7140	15	120	0.0223	2.6760
4	10	0.0372	0.3720	16	136	0.0112	1.5232
5	15	0.0186	0.2790	17	153	0.0037	0.5661
6	21	0.0781	1.6401	18	171	0.0112	1.9152
7	28	0.1020	2.8560	19	190	0.0000	0.0000
8	36	0.0708	2.5488	20	210	0.0074	1.5540
9	45	0.0708	3.1860	21	231	0.0074	1.7094
10	55	0.0410	2.2550	22	253	0.0074	1.8722
11	66	0.0446	2.9436	23	276	0.0074	2.0424
12	78	0.0000	0.0000	总数			32.1150

击倒的个体是同时受第一次、第二次、第三次葯量的影响(依此类推)。因此,单从用葯量講,噴射的次数卽为抗性的倍数;但联系到作用时間来看,第三次噴射引起死亡的个体,第一次葯量作用了三个单元时間,第二次葯量作用了二个单元时間,第三次葯量作用一个单元时間。如果葯剂接触时間(卽死亡速度)与用葯量是直綫相关的話(卽 $ct=K$),如以第一次击倒的相对抗性为 1,則此后的相对抗性是算术級数的增加卽

$$n(n+1)/2 \qquad n=\text{噴射次数}$$

亦卽相对抗性的增加的次序是 1, 3, 6, 10, 15, 21……。用这个方法計算抗性可靠

程度如何，将在下节詳为討論。

从上述方法計算家蝇羣体抗性，綜合如表 2。

表 2　家蝇羣体抗性分析

		重点防治的家蝇羣体抗性			室內 PB54 (S) 抗性品系	
		防治中心区	防治中間区	防治边緣区	长期低浓度处理	短期高浓度处理
♀	分布范围 (*R*)	1—24	1—13	1—12	1—13	6—27
	标准差 (*S*)	6.96	4.56	2.76	2.65	7.07
	变异系数 $\left(C=\frac{S}{M}\times 100\right)$	69.53	93.25	61.00	31.93	54.05
	抗性系数 (*F*)	78.9454	23.7905	15.0670	43.2192	113.8268
	相对抗性倍数	5.26	1.58	1	2.81	7.55
♂	分布范围 (*R*)	1—23	1—13	1—11	1—10	5—27
	标准差 (*S*)	4.79	4.48	2.35	1.83	4.44
	变异系数 $\left(C=\frac{S}{M}\times 100\right)$	79.57	92.19	64.74	34.28	40.73
	抗性系数 (*F*)	32.1150	24.1415	10.6870	18.5987	62.3560
	相对抗性倍数	3.01	2.26	1	1.74	5.83

从表 2:

(1) 从变异系数来看，室內品系較野外羣体为小，这表明室內培育的品系分布比較集中，近乎常态曲綫。例如，长期低浓度处理的雄蝇抗性分布曲綫，它的标准差为 1.83，平均数为 5.34。按照上述数值推算的理論分布曲綫（图 9）。如以实际分布与理論分布曲綫比較，所得的 x^2 为 8.09，很符合常态分布（因为 $x^2_{0.05}=14.07$）。在三个野外不同防治区域来看，防治中間区变异系数最大，表明最分散；防治边緣区变异系数較小，表示趋于常态。

(2) 从抗性系数与抗性相对倍数来看，野外三个不同防治区域的抗性有明确的区别，防治中心区的家蝇羣体抗性較大，防治中間区的次之，防治边緣区的最小。这里也值得注意的，室內培育的品系长期用低浓度处理的抗性仅相近于防治中間区的家蝇羣体；但短期改用高浓度处理后抗性急增，較防治中心区的家蝇抗性还大。雌蝇抗性增加的速度，不如雄蝇增加得快。

要确定重点防治区中三个典型地区的范围大小，是个比較复杂的問題：这与防治范围及当地的环境条件有密切的关系，防治中心区很明显是重点防治区域的核心，防治頻繁，能发現家蝇的数量很少，基本上是“四无区”；防治中間区是城市的郊区，該区內亦进行一定的防治，但并不象城区那样抓得紧；防治边緣区是与非防治区連接的区域，基本上受非防治区的影响。在防治范围較小的中等城市，不定有明显的防治中間区。

家蝇迁飞的距离，一般是 5—10 公里，虽然已有人（Ball, 1918）报告过，家蝇順着风向可远达 105 英里，但这是个别例子。作者訊为作为羣体来看，如果不受外界环境改变的影响，家蝇在一定范围內是相当稳定的。大部分家蝇在食物丰富的区域，迁移范围不是很大。在重点防治区由于受环境的改变，原地羣体受到外力的損害，因此从相对数量来看，受迁飞的影响要大得多。

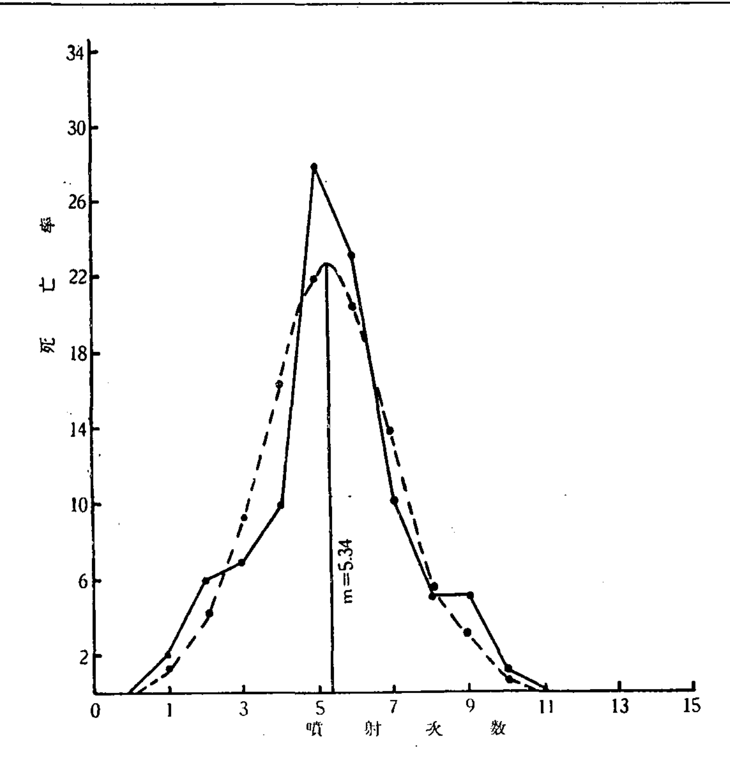


图 9 长期低浓度处理(160 代)后 PB54(S)666 抗性雄蝇群体抗性分布与理論常态曲綫的比較

低浓度連續噴射法的正确性如何,作者曾經用 PS 61 家蝇品系做試驗,将 PS 61 大量繁殖,成虫羽化后,分为二組(I 与 II),同天同时用低浓度連續噴射法进行处理,如表 3。

表 3 兩組(I 与 II)PS61 家蠅品系用低濃度連續噴射后死亡率(*P*)的分布

n		1	2	3	4	5	6	7	8	9
P	I	0.67	1.33	1.33	0.67	2.00	20.67	19.33	20.67	13.33
	II	0.76	2.28	1.53	0.00	6.11	19.09	19.09	19.09	16.80
n		10	11	12	13	14	15	16	17	
P	I	11.33	3.33	1.33	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00	
	II	9.08	0.76	0.76	1.53	1.53	0.00	1.53	0.00	

表 4 兩組結果的 x^2 測定

I.	6.04	20.67	19.33	20.67	13.33	11.33	8.66	100.03
II.	10.68	19.09	19.09	19.09	16.80	9.08	6.11	99.94
	16.72	39.76	38.42	39.76	30.13	20.41	14.77	199.97

I	……… a ………	A
II	……… b ………	B
	……… n ………	N

$$x^2 = \frac{\sum \frac{b^2}{n} - \frac{B^2}{N}}{\frac{A}{N} \times \frac{B}{N}} = 4.36$$

自由度 = 7 − 1 = 6

$x^2_{0.05} = 12.592$ $x^2 < x^2_{0.05}$

两組死亡率（P）的分布是比較一致的。如果将数目小于 5 的 1 至 5 次及 13 至 17 次进行合并，用 $2 \times c$ 式的 x^2 进行分析（Bailey 1959）（表 4）x^2 为 4.36 小于 12.59，証明两組幷无显著相差。

五、討　論

（一）用大样本-低浓度連續噴射法測定室內家蝇抗性品系及野外典型地区家蝇羣体抗性的結果表明，不論在分布范围上、变异系数上及抗性系数上，它們之間具有明显的区别。由于采集数量上的困难（指防治中心区及防治中間区）不能直接測定，須将采集所得的家蝇，繁殖一代后才能进行抗性測定，这就很可能不完全符合原来的情况。在飞迁影响較大的防治中間区，他們原来的抗性分布情况，可能較測定的結果更为分散。

但如果在中等城市調查，家蝇內迁的可能性更大，在防治中心区可能采集到足够的数量的家蝇，这样就无需繁殖一代后进行抗性測定。但噴雾沉降塔在全国范围內尙未普遍应用，如果用此方法进行全国家蝇抗性的調查，必須設計一套簡单的噴雾方法，能随时携带使用，作者現正进行設計中，以便解决家蝇抗性調查問題。

（二）野外重点防治区，由于影响家蝇羣体抗性分布的因子比較多，变化复杂，但大致可作以下的分析。

1）防治中心区　（1）葯剂防治与机械防治对家蝇羣体虽在数量上同样起了抑制或压低的效果，但在羣体分布上，所起的后果是不同的。葯剂防治的作用主要是选择性的杀灭，在羣体分布上起了提高抗性的作用；机械防治的作用，主要是随机性的杀灭，在羣体分布上相对的起了分散作用。两者作用虽然不同，但如果孤立起来看，抗性仍应近乎常态分布（图 10）；（2）非防治区家蝇不断的迁飞，由于飞入的家蝇抗性較原来羣体的抗性有显著的

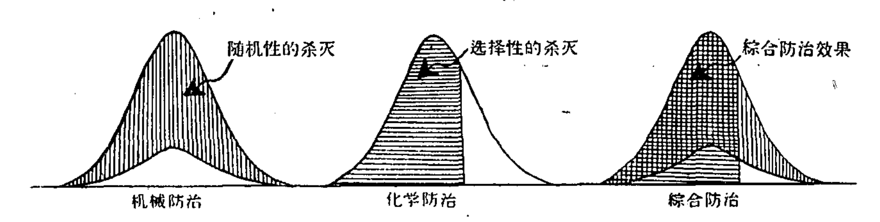


图 10　綜合防治对家蝇羣体的影响

差别，这样侵入的羣体，其抗性分布与原地羣体抗性分布，无重迭現象，可能成为波浪形的曲綫。当然如果迁飞侵入的羣体抗性与原地的羣体抗性，幷无显著差别，则最后的結果，仍是近乎平坦的常态曲綫分布（图 11）。但从家蝇抗性增加的情况来看，成为前一种情况的可能性較大；（3）相互杂交是使总的分布曲綫逐趋常态的一种自然趋势，如果不防治頻繁，相互杂交的可能性大，显然抗性分布曲綫仍趋常态。但历年来防治頻繁，家蝇虽然生活史短，繁殖力強，但在防治中心区所能找到的家蝇稀少，証明每代絕大部分被杀灭，复趋常态的可能性不大，分布不規則应該肯定的，事实上从实測的結果亦証明了这一点。

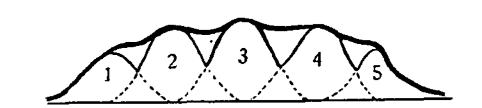


图 11　五个不同羣体重迭后的总的抗性分布曲綫

2）防治中間区　該区虽然仍属防治区的范围,但易受非防治区大量迁入的影响。如果迁入的羣体的抗性很小,該区总的羣体抗性分布,常成为双峯或多峯曲綫分布;如果迁入的羣体抗性与原来的相差不大,該区总的羣体抗性分布,仍可能呈近乎平坦的常态曲綫分布。从測定結果来看,属于双峯或多峯曲綫的可能性較大。但由于采集后繁殖一代才进行抗性測定,原来的羣体抗性分布应較繁殖一代后測定的結果更为分散。

3）防治边緣区　由于从非防治区迁入的羣体在数量上占絕对优势,总的羣体抗性分布曲綫,基本上是常态曲綫分布,由防治区迁出的个体虽然抗性很強,但数量很少,对羣体分布的影响不大。这三类地区的家蝇羣体抗性分布曲綫的区别,概括如表 5 。

表 5　綜合防治区不同类型的昆虫抗性分布曲綫的比較

	抗性急增的类型		抗性稍增的类型	
防治中心区	平坦的波浪形曲綫		平坦的常态曲綫	
防治中間区	多峯或双峯曲綫		較平坦的常态曲綫	
防治边緣区	有拖尾的常态曲綫		常态曲綫	

（三）即使野外重点防治区的家蝇羣体抗性是近乎平坦的常态分布,用原来的一套生物測定方法,也幷不是完全适应。一般野外羣体抗性分布的范围較大而分散,它們的变异系数較室內培育的品系为大。变异系数愈大,說明取样数目应愈大。在原則上,如果要求不同羣体抗性的測定,正确度能够一致,則取样大小,应与它的变异系数的平方成正比。如果以室內长期低浓度处理的 PB 54 (S) 抗性品系为 1（表 6),則在防治边緣区取样应为室內品系的 3—4 倍,防治中間区取样 8 倍左右,防治中心区取样 5 倍左右,才能与室內品系达到同样的正确度。

表 6　取样大小与变異系数的关系

	♂ 蝇			♀ 蝇		
	变异系数 (C)	C^2	取样相对值（以室內品系为1）	变异系数 (C)	C^2	取样相对值（以室內品系为 1）
防治边緣区	64.74	4191.27	3.6	61.0	3721.00	3.6
防治中間区	92.19	8499.00	7.2	93.25	8695.37	8.4
防治中心区	79.57	6331.38	5.4	69.53	4844.11	4.7
室內长期低浓度处理	34.28	1175.12	1	31.93	1019.52	1

基于这个原則,測定野外羣体抗性应取样較大。回顾原有的几种方法来看,点滴法所耗的时間較多,如果取样多一些,就工作量很难以一天內完成。如果用殘膜法,采用 Webb 氏設計的玻璃籠,处理数目是可以比較多,但用殘膜法敏感度不大,对抗性強的羣体不一定发生作用。如果采用噴射法,处理数目可以較多,但对抗性高的亦同样发生困难。例如,室內培育的高抗性品系,在殘膜上爬六天还不完全死亡;用 5% DDT 与 5% γ 666 噴射（用 Potter 式噴头）不完全死亡,但如果再提高浓度則噴头杜塞,不能完全噴出。从实踐中証明,采用低浓度連續噴射法,幷无产生上述困难情况,作者認为切实可行。

（四）作者認为任何測定抗性方法,都是一个相对的結果,表面上看用点滴法好象可以求出絕对致死量,但只是凭借点滴在昆虫体壁上来推算,到底有多少药量能到达致死中心,仍不能知道。作者改用抗性系数,当然也只是相对結果,以噴射次数的算术級数作为

相对抗性,还是比較符合实际情况。作者曾用室內培养品系 PS 54，一方面用連續噴射观察其噴射次数，另一方面用一般的不同浓度的噴射方法作为对照。用 0.03% γ 666 連續噴射，21 次后完全死亡,最后一次的相对抗性应为 242 。同样如果以不同浓度来分别噴射,其結果如表 7 。

表 7　不同濃度的 γ 666 对 PS 54 品系的毒效

浓度 (2毫升)	死亡率	备注
0.5%	0	
1 %	0	
2 %	10.5%	
3 %	26.4%	
4 %	36.0%	
5 %	89.1%	
6 %	82.9%	3%两次噴射
7 %	100%	3.5%两次噴射
8 %	86.6%	4%两次噴射
9 %	81.6%	4.5%两次噴射
10 %	97.2%	5%两次噴射
对照 (丙酮)	0	4毫升純丙酮

从表 7 看出，施用高浓度所引起的死亡率不够正常。用上述不同浓度处理方法的結果,該品系最低致死浓度約在 7%左右，用連續噴射法,按照算术級数計算,最后一次噴射而死亡的家蝇的致死浓度亦在 7%左右 (242×0.03%=7.26%)，两者很相近。

六、結　　論

（一）根据室內培育的家蝇抗性品系与野外典型地区的家蝇抗性羣体分析的結果,証明所采用的大样本-低浓度連續噴射法，合乎客观情况，可作为野外調查家蝇抗性的有效方法。样本大,可以减少随机取样发生的誤差；低浓度連續噴射，可以免除高浓度处理时发生的反常現象。

（二）在重点防治区,由于防治頻繁、家蝇抗性增加迅速,再加上非防治区家蝇的不断的飞迁侵入,这就打破了杂交后趋于常态曲綫分布的自然趋势,因此在防治中心区及防治中間区家蝇羣体抗性分布并不規則,在此情况下应用大样本-低浓度連續噴射法測定抗性为宜。

（三）大样本-低浓度連續噴射的結果，足以概括家蝇羣体抗性分布的全貌：(1)根据曲綫的变异系数，可以比較不同地区家蝇羣体抗性的分布情况；(2)根据抗性系数及抗性相对倍数可以比較不同地区家蝇羣体抗性的抗性強度。这样就可以区别不同地区的家蝇羣体抗性。

抗性系数的計算方法,是每次噴射的算术級数与死亡率的乘积的总和。实驗中証明，所得結果尙符合实际情况。

（四）野外家蝇羣体及室內家蝇抗性品系实际測定的結果表明：(1)防治中心区的家蝇羣体抗性較強,分布范围广而不規則；(2)防治中間区的分布范围較窄,由于受內外迁飞

的影响，往往呈双峯或多峯曲綫，該区的变异系数最大，在防治范围較小的中等城市，不一定有明显的防治中間区产生；(3)防治边緣区的羣体抗性分布范围窄，抗性低，近乎常态分布；(4)室內培育的品系分布較集中，变异系数較野外的羣体为小，基本上是常态分布，但短期改变培养方法，会改变他原来的分布状态。

参 考 文 献

Bailey, Norman T. J.: 1959. Statistical methods in biology. London English Univ. Press. 200p. (Biological Science Texts.)

Bliss, C. I.: 1940. The relation between exposure time, concentration and toxicity in experiments on insecticides. *Ann. Ent. Soc. Amer.* **33**(4):721—66.

Brown, A. W. A.: 1958. Insecticide resistance in arthropods. Geneva, World Health Organization. 240p. (World Health Organization Monograph Series, No. 38).

Shepard, H. H.: 1958. Method of testing chemicals on insects. Vol. I, Burgess Publishing Company. 356p.

Tahori, A. S., Hoskin, W. M.: 1953. The absorption, distribution and metabolism of DDT in DDT-resistant house-flies. *J. Econ. Ent.*, **46**(2):302—306, **46**(5):829—837.

Winteringham, F. P. W.: 1952. Metabolism of DDT by resistant house-flies. Conference on Insecticide Resistance and Insect Physiology. National Academy of Science—National Research Council. 99p. cf. p. 61—5.

STUDIES ON THE INSECTICIDAL RESISTANT HOUSE-FLIES

I. THE BIO-ASSAY OF THE POPULATION RESISTANCE OF THE HOUSE-FLIES

KUNG KWEN-YUAN, YANG JEAN-MEI & CHAI KWEI-YUNG
(Institute of Zoology, Academia Sinica)

In consequence of chemical and mechanical controls and dispersion of the house-flies (*Musca domestica vicina*), the distribution of resistant house-flies in the main control area is not normal. Moreover, there are some difficulties in assaying the resistance of high-resistant strains by means of the topical application method. Therefore, it is necessary to develop some new method for testing and comparing the resistance of resistant house-flies from different areas. Experiments show that the large sample-low dosage continuous spray technique, using the coefficient of variation and coefficient of resistance for comparison, seems to be a satisfactory method at present for this purpose. The coefficient of resistance is calculated by the summation of the products of the relative strength of the resistance and the percentage of mortality for each spray. Actually, in application of this method in the main control area, three types of distributions may be distinguished, the center type, the intermediate type and border type.